

Michał Habel, Roman Dysarz, Prognoza zmian obiegu wody w zlewni polderu „Dziewięć Włók” w warunkach funkcjonowania farmy wiatrowej. The forecasting of water cycle variability of the polder “Dziewięć Włók” catchment during functioning of wind mills. *Journal of Health Sciences*. 2013;3(14), 124-132. ISSN 1429-9623 / 2300-665X.

The journal has had 5 points in Ministry of Science and Higher Education of Poland parametric evaluation. Part B item 1107. (17.12.2013).

© The Author (s) 2013:

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Radom University in Radom, Poland

Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

Conflict of interest: None declared. Received: 16.10.2013. Revised: 14.11.2013. Accepted: 20.12.2013.

PROGNOZA ZMIAN OBIEGU WODY W ZLEWNI POLDERU „DZIEWIĘĆ WŁÓK” W WARUNKACH FUNKCJONOWANIA FARMY WIATROWEJ

The forecasting of water cycle variability of the polder “Dziewięć Włók” catchment during functioning of wind mills

Michał Habel, Roman Dysarz

Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy

Wstęp

W związku z projektowaną rozbudową i przebudową dróg dojazdowych w ramach budowy elektrowni wiatrowej na terenie polderu nr 9 „Dziewięć Włók” w miejscowości Bystra, dokonano oceny warunków przepływu wód w systemie drenażu tego terenu. Polder nr 9 jest typową depresją polderową, istnieją na przekór naturze w mechanicznym (pompowym), a nie grawitacyjnym ustroju hydrologicznym delty Wisły (Cebulak, 2010).

Warunki obiegu wody w zlewni polderu

Polder nr 9 – Dziewięć Włók w rejonie m. Bystra, gmina Pruszcz Gdański, województwo pomorskie, stanowi obszar depresji - Żuław Wiślanych o wysokościach terenu od -0,2 do -1,7 m n.p.m. W celu utrzymania stałego poziomu wód podziemnych i powierzchniowych na obszarze polderu, istnieje konieczność stałego prowadzenia prac odwadniających poprzez system rowów melioracyjnych i elektryczną przepompownię wód. Wody z polderu odprowadzane są głównie do uregulowanego koryta rzeki Motławy poprzez przepompownię nr 9 zlokalizowaną na głównym kanale odprowadzającym wody – Kanale „A” (fot. 1). Druga przepompownia o mniejszym znaczeniu i mocy znajduje się w północnej części zlewni i odprowadza wody z Kanału „D” do Kanału Wielkiego i zbiornika Stara Motława.

Zlewnia obszaru o powierzchni 10,3 km² od północnego zachodu, zachodu i południowego wschodu ograniczona jest antropogenicznym powierzchniowym działem wodnym drugiego rzędu od dorzecza rzeki Motławy (ryc. 1). Od północnego wschodu i wschodu polder ograniczony jest antropogenicznym działem wodnym trzeciego rzędu od zlewni polderu Bystra. Od południowego wschodu graniczy z polderem Woławy. Na zlewnię polderu składa się sześć zlewni cząstkowych (ryc. 1). Trzy z nich – A₁, A₂, A₃, uczestniczą w obiegu wody bilansującym się w profilu Stacji Pomp nr 9. Ze względu na znaczne przekształcenia terenu oraz relatywnie niewielkie powierzchnie zlewni A₄, A₅, A₆ odpływ z tych zlewni ma niewielki wpływ na bilans wodny obliczony dla zlewni A₁, A₂, A₃, zamykający się w profilu Stacji Pomp nr 9. Główną formą użytkowania terenu zlewni są grunty orne III i IV klasy oraz użytki zielone. Około 1% powierzchni zajmują pasy zadrzewień śródpolnych. W cyklu rocznym gospodarowanie wodą odbywa się tu, poprzez utrzymywanie stałego poziomu wody w kanałach i rowach melioracyjnych. W okresach obfitujących w wodę, następuje otwarcie zastawek na przepustach głównych kanałów i

intensywnie pracują pompy na stacji przepompowni nr 9. W okresach niskich stanów wody, zastawki na przepustach kanałów są zamykane, a praca pomp jest ograniczana. Następuje spiętrzenie pierwszego poziomu wód gruntowych i retencja wody w glebie.

Tabela 1. Charakterystyczne poziomy wody w kanale pompowym polderu nr 9 – Dziewięć Włók.

Poziomy wody	Rzędna w m npm	Rzędna na łacie
maksymalny	- 1,60	3,54
wegetacyjny	- 2,30	3,84
minimalny	- 3,30	1,84

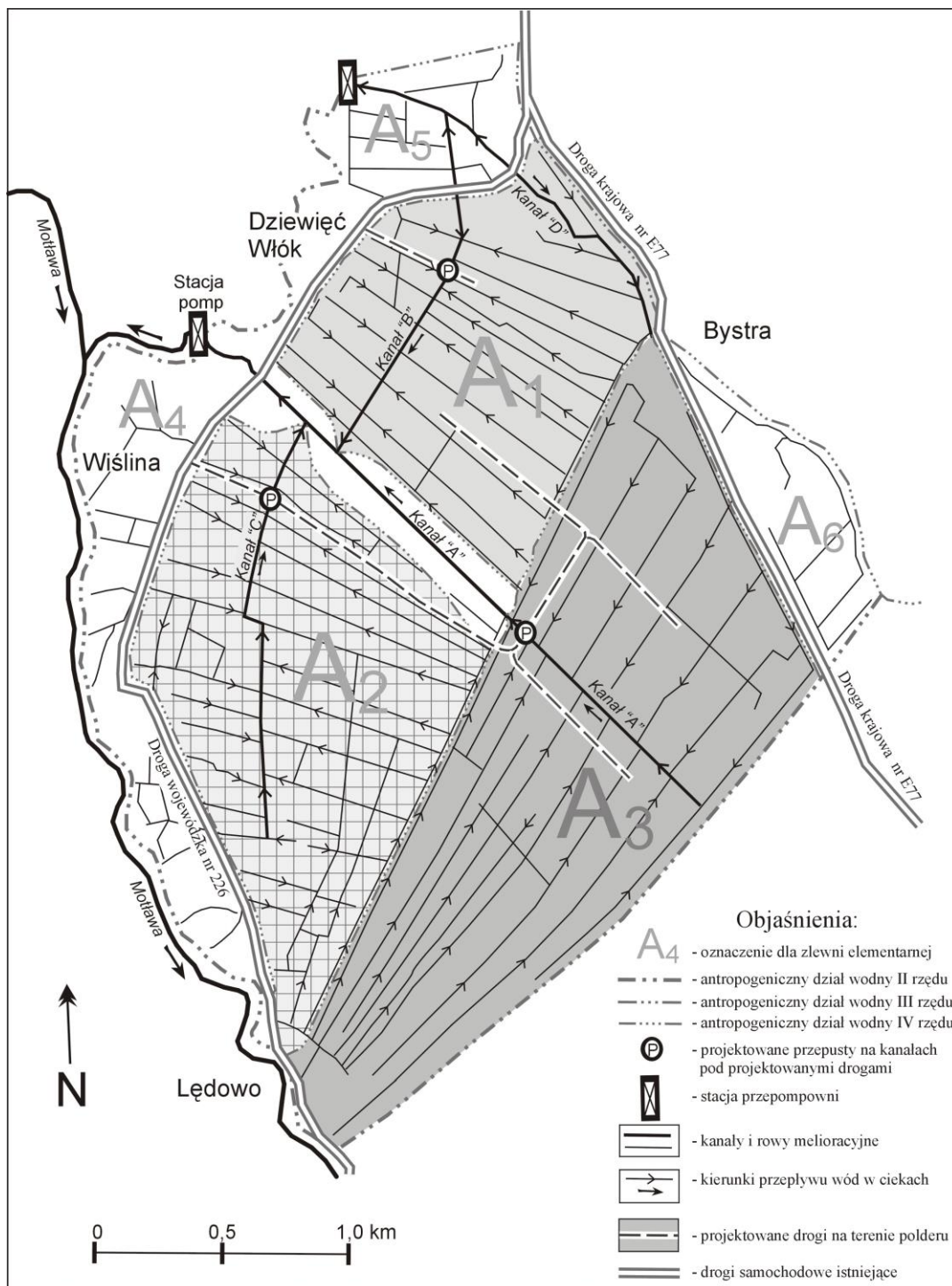
Stacja pomp nr 9 „Dziewięć Włók” wyposażona jest w cztery zespoły pomp o łącznej wydajności 1,8 m³/s (dwie pompy o wydajności 0,5 m³/s i kolejne dwie o mocy przerobowej 400 m³/s). Wydajność pracy pomp uzależniona jest od wysokości poziomu wody w kanałach i rowach melioracyjnych (tab. 1).



Fot. 1. Koryto Kanału głównego „A” odwadniającego polder - około 70 m przed stacją pomp (wrzesień 2008).

Nadmiar wód z polderu odprowadzany jest gęstym systemem rowów do czterech kanałów:

- Kanału głównego „A” o łącznej długości 3,0 km i szerokościach 1,5 – 2,0 m w górnym biegu, 7 m w rejonie przepompowni (fot. 1),
- Kanału „B” o długości 1,6 km i szerokości 2,0 m, o brzegach silnie zarośniętych roślinnością oczertową,
- Kanału „C” o długości 2,4 km i szerokości 2,0 m,
- Kanału „D” o długości 3,0 km i szerokości 2,0 m.



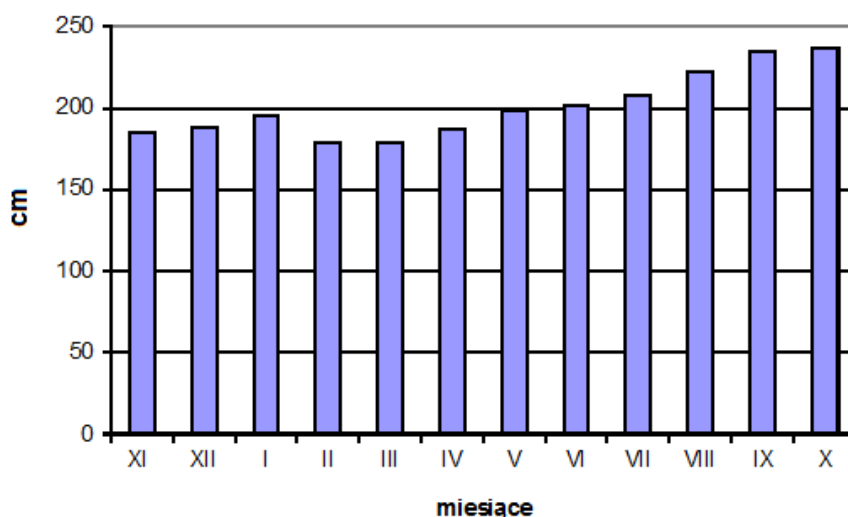
Ryc. 1. Szkic hydrograficzny zlewni polderu nr 9 „Dziewięć Włók”.

Ze względu na niewielkie spadki lustra wody, małe prędkości przepływu wody w kanałach i rowach melioracyjnych oraz dostawy biogenów (obszar intensywnej działalności rolniczej), ich koryta podlegają intensywnemu zarastaniu roślinnością wodną (podwodną i brzegową) w sezonie wegetacyjnym. Pomimo corocznego udrażniania koryt przez służby z Zarządu Melioracji i Urzędzeń Wodnych, często dochodzi do tworzenia się zatorów roślinnych i spiętrzenia stanów wód w kanałach.

Obszar zlewni, ze względu na niewielkie nachylenie terenu i średnią przepuszczalność utworów powierzchniowych (gliny średnie lokalnie ciężkie) charakteryzuje się ograniczonym spływem powierzchniowym (wg Atlasu Hydrologicznego IMGW odpływ jednostkowy wynosi tu $3,0 - 4,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$). Dominuje odpływ podpowierzchniowy.

Średnie roczne sumy opadów w rejonie polderu wynoszą około 550 mm, z czego na półroczu zimowe przypada ok. 200 mm, na letnie około 350 mm z kulminacją w sierpniu (rysunek 3). Opady stałe stanowią około 14-16 % ogólnej wartości opadów. Pokrywa śnieżna utrzymuje się średnio przez 60 dni w roku. Jej średnia grubość wynosiła 15 cm. Wg Atlasu Hydrologicznego Polski (1987) średni maksymalny roczny zapas wody w pokrywie wynosił 35 mm. Średnie roczne sumy parowanie terenowego wynoszą 480 mm (Atlas Hydrologiczny Polski, 1987). W półroczu letnim (V-X) wynoszą 380 mm, a w zimowym (XI-IV) ok. 100 mm. W granicach obszaru hydrograficznego polderu nr 9 – Dziewięć Włok, średnie miesięczne wskaźniki surowego bilansu wodnego wskazują na dominację odpływu nad jego deficytem, w okresie od listopada do kwietnia (Atlas Hydrologiczny Polski, 1987). W okresie od maja do października przeważa deficyt odpływu w bilansie wody, dochodzący nawet do 75 - 80% (lipiec - sierpień). Procentowy odpływ wody ze zlewni z półroczu zimowego wynosi ok. 65%, z letniego 35%.

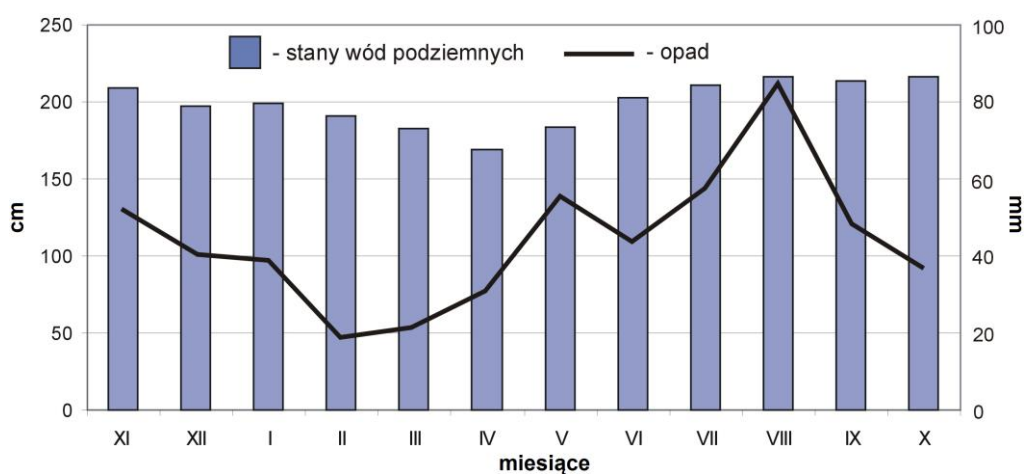
W ciągu roku występują jednak niewielkie wahania zwierciadła wód gruntowych (maksymalnie 60 cm - ryc. 2). Czynnikiem determinującym ich przebieg są opady (ryc. 3), sztucznie regulowany odpływ przez przepompownie i roślinne piętrzenie stanów wód w kanałach i rowach. Najwyższe stany wód gruntowych obserwuje się w okresie od czerwca do października.



Ryc. 2. Hydrogram przebiegu średnich miesięcznych stanów wód podziemnych w roku hydrologicznym 1973 w posterunku Ostaszewo (ok. 14 km od m. Bystra, poziom zera piezometru 2,37 m npm). Dane z Roczników Hydrologicznych Wód Podziemnych PIHM.

Obserwowane zróżnicowanie przestrzenne głębokości zalegania pierwszego zwierciadła wód podziemnych (miąższości strefy retencji czynnej) na obszarze polderu nr 9 związane jest ściśle z odległością od głównych Kanałów „A”, „B”, „C” i „D”. W obszarach na skraju zlewni pierwsza woda we wrześniu 2008 roku obserwowana była na głębokości 40 – 60 cm. W rejonie Kanałów „A”, „B”, „C” i „D” zwierciadło znajdowało się na głębokości 100 – 150 cm. W najniższej położonych terenach polderu, przez większą część roku utrzymywała się woda na powierzchni terenu (fot. 2). W czasie sezonu wegetacyjnego rolnicy skarżą się na problemy z dojazdem i zbiorem upraw.

Zlewnia polderu charakteryzuje się również niewielkim wskaźnikiem intercepcji (retencji wody w roślinności) ze względu na rolniczy charakter użytkowania (przewaga gruntów ornych, brak dużej ilości zadrzewień). Wody opadowe trafiają bezpośrednio do gleby, zasilają warstwy pierwszy poziom wód podziemnych. Kształt zlewni (krótkie ciek, gęsto rozmieszczone) przyspiesza obieg wody.



Ryc. 3. Hydrogram przebiegu średnich miesięcznych stanów wód podziemnych na tle średnich miesięcznych opadów – oba wskaźniki za okres 1966 – 1970. Dane opracowano na podstawie danych z Roczników Hydrologicznych Wód Podziemnych PIHM pomierzonych na posterunku w Ostaszewo (ok. 14 km od m. Bystra, poziom zera piezometru 2,37 m npm). Opady na podstawie danych z roczników PIHM Opady Atmosferyczne – posterunek Świbno (oddalony o około 12 km od analizowanego polderu).

Przepływy wód wielkich

Właściwe określenie wielkości przepływów maksymalnych w ciekach ma znaczenie z jednej strony dla bezpieczeństwa projektowanej budowli, z drugiej zaś ze względu na koszty robót.

Ze względu na brak archiwalnych danych hydrometrycznych bądź informacji o przepływach w profilach porównawczych, do obliczenia przepływów wielkiej wody (przepływu maksymalnego) wywołanego sływem powierzchniowym i śródpokrywowym, który nastąpi w wyniku opadu nawalnego, wykorzystano formułę zaproponowaną przez W. Chełmickiego i J. Pociask-Karteczkę (2006). Formuła ta ma zastosowanie obliczeniowe dla bardzo małych zlewni, przy braku danych hydrometrycznych archiwalnych i porównawczych.



Fot. 2. Lokalne podtopienia terenu polderu w rejonie Kanału „A” i projektowanej drogi przechodzącej ponad Kanałem „A” (wrzesień 2008).

Prognoza przepływu maksymalnego na kanałach „A”, „B”, „C” polderu nr 9 Dziewięć Włók, wywołanego intensywnym opadem.

$$Q_{\max} = 0,278 \cdot C \cdot I_0 \cdot A$$

gdzie:

- Q_{\max} - natężenie przepływu maksymalnego [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$],
C - współczynnik odpływu wielkiej wody, wg Maidmenta (1992)
A - powierzchnia zlewni [km^2],
 I_0 - natężenie opadu [$\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$], obliczony wg wzoru:

$$I_0 = P \cdot t^{-1}$$

gdzie:

- P - wydajność opadu [mm],
t - czas trwania opadu [h].

Wariant I (uwzględniono średnie natężenie z maksymalnych opadów z okresu 1966-1983).

Zlewnia elementarna	Ciek odwadniający zlewnie	A [km ²]	I ₀ [mm·h ⁻¹]	C	Q _{max} [m ³ ·s ⁻¹]
A ₁	Kanał „B”	1,8	3,75	0,15	<u>0,281</u>
A ₂	Kanał „C”	2,5	3,75	0,15	<u>0,390</u>
A ₃	Kanał „A”	3,4	3,75	0,15	<u>0,531</u>
				Razem	1,202

Wariant II (uwzględniono maksymalne natężenie opadów, które wystąpiło 10 lipca 1980 r.).

Zlewnia elementarna	Ciek odwadniający zlewnie	A [km ²]	I ₀ [mm·h ⁻¹]	C	Q _{max} [m ³ ·s ⁻¹]
A ₁	Kanał „B”	1,8	5,91	0,15	<u>0,443</u>
A ₂	Kanał „C”	2,5	5,91	0,15	<u>0,616</u>
A ₃	Kanał „A”	3,4	5,91	0,15	<u>0,837</u>
				Razem	1,896

Uwagi: Przyjęto wartość 0,15 współczynnika odpływu [C] wg Maidmenta (1992), czyli jak dla obszaru pokrytego roślinnością trawiastą na podłożu gleb ciężkich i nachyleniu do 2%. Natężenie opadu obliczono na podstawie danych z roczników „Opady atmosferyczne” za lata 1966 – 1981. Dane o opadach pochodzą ze stacji meteorologicznej PIHM/IMGW Gdańsk – Świbno, oddalonej o około 12 km od polderu nr 9 Dziewięć Włók.

Pomiary bezpośrednie wykonane w terenie

W dniu 06.09.2008 roku wykonano pomiary natężenia przepływu wody w kanałach melioracyjnych odprowadzających wodę z polderu nr 9 Dziewięć Włók. Pomiary wykonano metodą młynkową. Okres poprzedzający pomiary charakteryzował się występowaniem opadów krótkotrwałych i temperaturach powietrza około 13°C w nocy i około 22°C w ciągu dnia. Swobodny odpływ wody z rowów było ograniczony przez występującą roślinność na brzegach i w korytach kanałów.

- Kanał „A” w km 1+800 (przy przepuście zastawkowym pod drogą ze wsi Bystra)

$$Q = 0,056 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Uwagi: Przy w/w przepływie wody światło przepustu o wymiarach przekroju 80 cm, w ½ powierzchni przekroju odprowadzana była woda.

- Kanał „A” w km 0+050 (przed stacją przepompowni)

$$Q = 0,55 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

- Kanał „B” w km 0+000 (przy ujściu przepustem zastawkowym o średnicy 100 cm do Kanału „A” w jego km 0+350)

$$Q = 0,078 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

- Kanał „C” w km 0+000 (przy ujściu przepustem zastawkowym o średnicy 100m do Kanału „A” w jego km 0+600)

$$Q = 0,087 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Uwagi: Przy w/w przepływie wody światło przepustu o wymiarach przekroju 100 cm, w $\frac{3}{4}$ powierzchni przekroju odprowadzana była woda.

Podsumowanie

W świetle przeprowadzonych analiz i terenowych pomiarów hydrometrycznych zaleca się zaprojektowanie i wykonanie następujących parametrów dla przepustów. Zastosowanie się do zaleceń przyczyni się do ograniczenia niekorzystnych zmian stosunków wodnych polderu nr 9, w tym przede wszystkim nie wpłynie na: ograniczenie swobodnego odprowadzenia wielkich wód i tworzenie się zatorów roślinnych w sezonie wegetacyjnym:

- pod projektowaną drogą przechodzącą przez Kanał „C” w jego 0+150 km biegu, zaleca się wykonanie przepustu żelbetowego np. ramowego lub skrzynkowego o wymiarach światła przepustu minimum 150x150 cm, najlepiej 200x200 cm,
- pod projektowaną drogą przechodzącą przez Kanał „B” w jego 0+900 km biegu, zaleca się wykonanie przepustu żelbetowego np. ramowego lub skrzynkowego o wymiarach światła przepustu minimum 150x150 cm, najlepiej 200x200 cm,
- pod projektowaną drogą przechodzącą przez Kanał „A” w jego 1+970 km biegu, zaleca się budowę przepustu żelbetowego ramowego lub skrzynkowego o wymiarach światła przepustu minimum 150x150 cm.

Wnioski

- a) Jak wynika z powyższych analiz, płytko występujące wody gruntowe na obszarze polderu, wymagają bardzo sprawnie funkcjonującego systemu urządzeń odwadniających (system rowów i kanałów melioracyjnych oraz stacja pomp).
- b) W przypadku prognozowania obfitych, długotrwałych opadów deszczu zaleca się obniżenie poziomu wody przez Stację Pomp w Kanale głównym „A” do poziomu minimalnego (tab. 1).
- c) W górnych częściach zlewni cząstkowych polderu, w szczególności zlewni „A₃” mogą wystąpić okresowo podtopienia terenu. Tego typu zjawiska hydrologiczne obserwowano we wrześniu 2008 roku w rejonie górnego odcinka kanału „A”, na obszarze zlewni „A₃” (fot. 2) po opadach o przeciętnym natężeniu.
- d) Przy natężeniu opadów deszczu rzędu 6 mm/godz. (np. letni opad nawalny), przy zachowaniu drożności systemu kanałów melioracyjnych, Stacja Pomp powinna być w stanie odprowadzić ze zlewni polderu nadmiar wody.
- e) Zalecane jest służbom odpowiedzialnym za utrzymanie urządzeń melioracyjnych wykonywanie regularnego oczyszczania z obumarłych szczątków roślin wodnych, śmieci, doglądania stanu przepustów na kanałach z w sezonie wegetacyjnym (przynajmniej raz na dwa tygodnie w okresie od początku lipca do końca września).
- f) Zaproponowane średnice przepustów pod projektowanymi drogami nie powinny ograniczać odpływu wielkich wód z Kanałów „A”, „B” i „C” pod warunkiem

właściwego utrzymania drożności koryt na całej ich długości, regularnego oczyszczania przepustów zastawkowych na ujściach kanałów „B” i „C” do Kanału głównego „A” oraz prawidłowej pracy Stacji Pomp nr 9 – zgodnego z wytycznymi Wojewódzkiego Zarządu Melioracji i Urządzeń Wodnych w Gdańsku.

- g) Okresowo niektóre odcinki dróg mogą być podtopione (w rejonie Kanałów „A”, „B”, „C”, w szczególności na obszarze zlewni A₃). Jest to związane z bardzo powolną infiltracją wód (gleby na glinach średnich i ciężkich), np. w północnej części zlewni A₃.
- h) Budowa dróg dojazdowych na badanym obszarze wymagają zastosowania przepraw przez kanały i rowy w formie przepustów oraz drogi powinny być poprowadzone na nasypach, w celu nie zaburzania funkcjonowania systemu odwadniającego. Zabezpieczy to również drogi przed lokalnymi i okresowymi podtopieniami.

Literatura

Cebulak K., 2010. Delta Wisły poniżej i powyżej poziomu morza, Stowarzyszenie Żuławy i Lokalna Grupa Działania Żuławy i Mierzeja, Nowy Dwór Gdański.

Chełmicki W., Pociask – Karteczka J., 2006. Zlewnia, właściwości i procesy, Wyd. UJ.

Atlas Hydrologiczny Polski, 1987. IMGW w Warszawie.

Opady Atmosferyczne, 1966-1981. PIHM/IMGW Warszawa.

Roczniki Hydrologiczne Wód Podziemnych, 1966-1973. PIHM/IMGW Warszawa.

Abstract

The article assesses the conditions of drain water from the catchment of polder “Dziewięć Włók” at Żuławy Wiślane District, north Poland. Is scheduled wind power plant construction here, and the new road system. The authors projected new culverts system to better drainage of water.

Key words: wind power plant, road culvert, water flow